

Механизм проводимости тока в разных средах.

Вне зависимости от среды, условиями возникновения тока являются:

наличие зарядов, способных перемещаться при наличии электрического поля.

наличие постоянно поддерживаемой разности потенциалов.

А вот какие частицы являются носителями заряда, откуда они берутся, какова их концентрация, как она зависит от внешних условий (температуры, наличия или отсутствия освещения, ионизатора, поля и так далее), это уже зависит от строения вещества, ток в котором изучается. Итак...

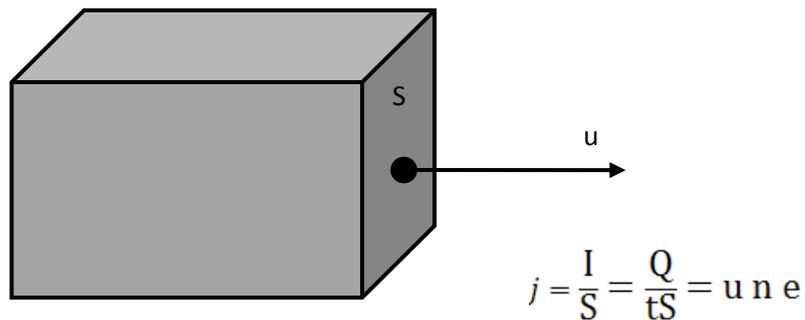
Механизм проводимости в металлах.

Основные положения:

Металл представляет собой кристаллическую структуру. В узлах решетки положительные ионы, между ионами свободные электроны. Концентрация их очень велика и не зависит от температуры.

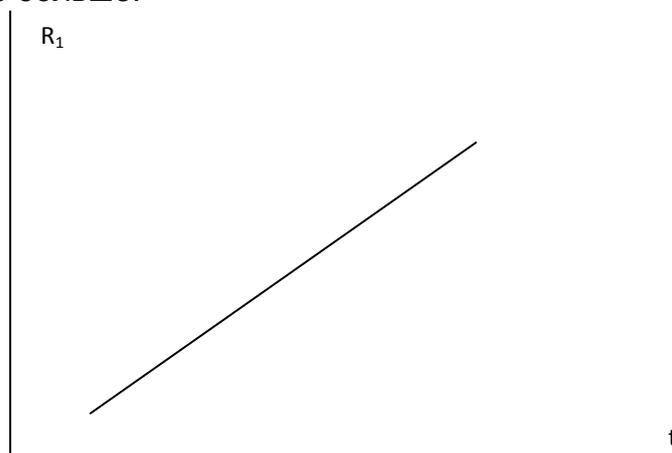
Без электрического поля электроны находятся в непрерывном тепловом (хаотическом) движении. Это электронный газ, очень похожий на идеальный, а потому его можно описать такой же статистикой.

Ток осуществляется движением только электронов при наличии внешнего поля. Поэтому при протекании тока переноса вещества нет. Движение электронов напоминает дрейф льдин во время ледохода, причем скорость дрейфа больше скорости направленного движения.



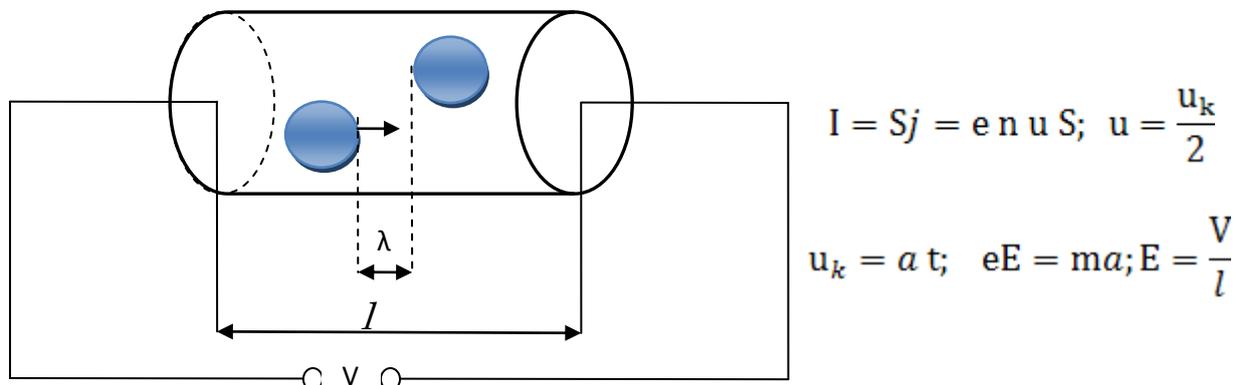
$$j = u n e$$

электроны при своем движении сталкиваются с ионами, колеблющимися в узлах кристаллической решетки, и отдают энергию. Это собственно и есть сопротивление проводника току. Причем чем температура выше, тем сопротивление больше.



Увеличение же энергии ионов, означает повышение температуры. Вот почему при прохождении тока, проводник нагревается.

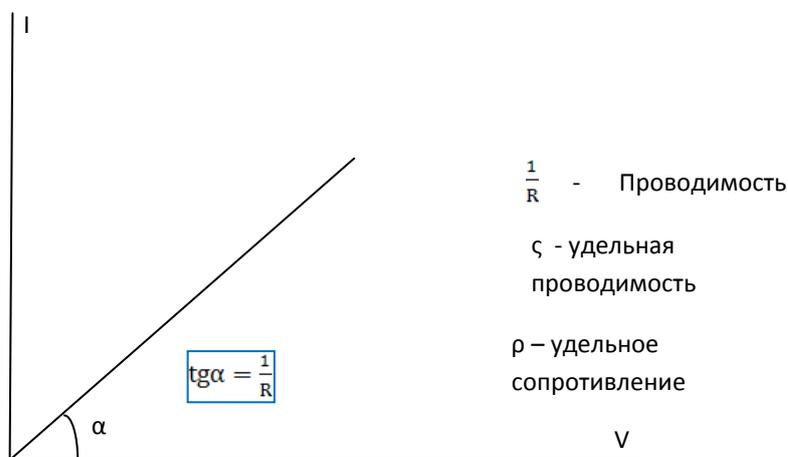
Вывод закона Ома из теории Д – Л.



$$a = \frac{eV}{lm}; I = enS \frac{at^2}{2} = enS \frac{eVt}{lm2}; I = \frac{e^2 n \lambda S}{2mV} \frac{V}{l}; \Rightarrow R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\rho = \frac{2mV}{e^2 n \lambda} \text{ - хорошо совпадает с таблицей}$$

Вольт – амперная характеристика.

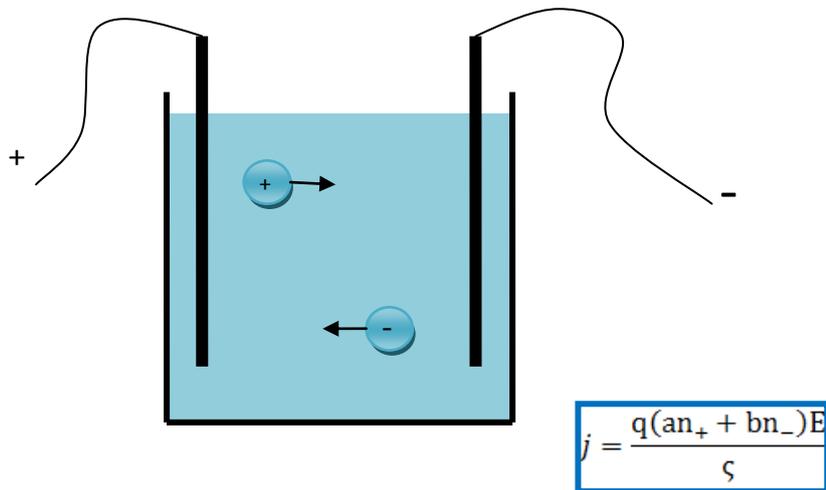


Механизм проводимости в электролитах.

Основные положения.

Носителями заряда являются положительные и отрицательные ионы, родившиеся в результате электролитической диссоциации. Их концентрация зависит от концентрации кислот, солей и щелочей в растворе и слабо от температуры.

Без поля движение ионов хаотическое. Кроме теплового движения идут непрерывно и в разных местах раствора процессы диссоциации и рекомбинации. При наличии поля движение ионов становится направленным, причем ионы движутся в противоположных направлениях.



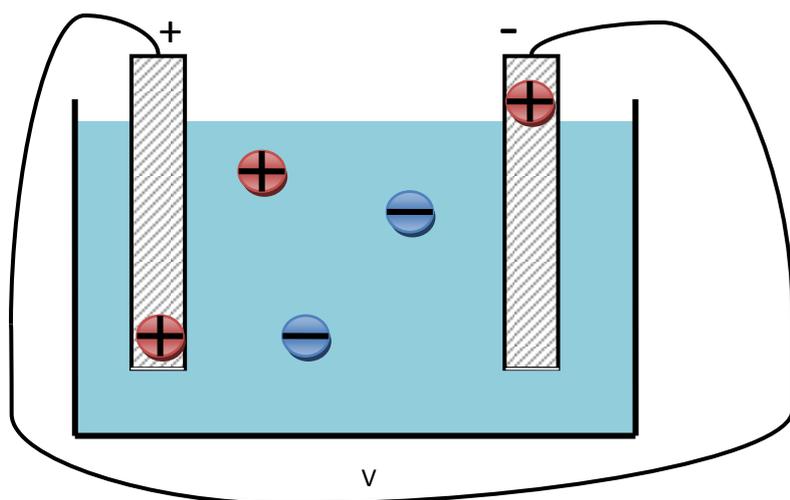
При прохождении тока через электролит вследствие различия между ионами переносится вещество. Сопротивление электролита иначе, чем сопротивление металла зависит от температуры: при повышении температуры ускоряется процесс диссоциации, проводимость растет, а следовательно уменьшается сопротивление.

Законы Фарадея.

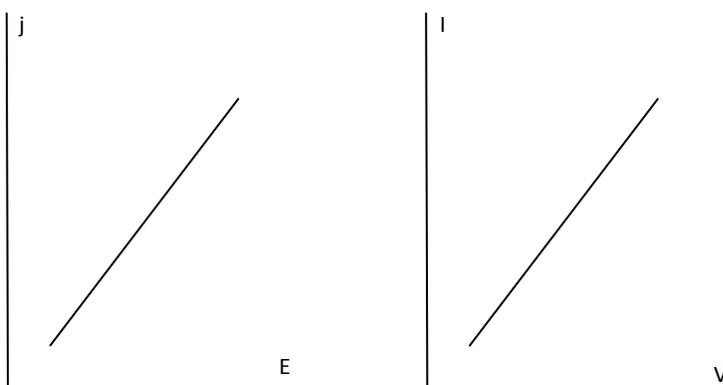
m_0 – масса иона
 N_t - число ионов за t_c
 q_0 – заряд иона
 Q – заряд за t
 $M = kI t$

$$m = kQ = kIt; \quad k = \frac{1}{F} \frac{A}{Z}$$

$$m = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} I t$$



Вольт – амперная характеристика электролитов.



$$j = \frac{e(an_+ + bn_-)E}{\zeta}$$

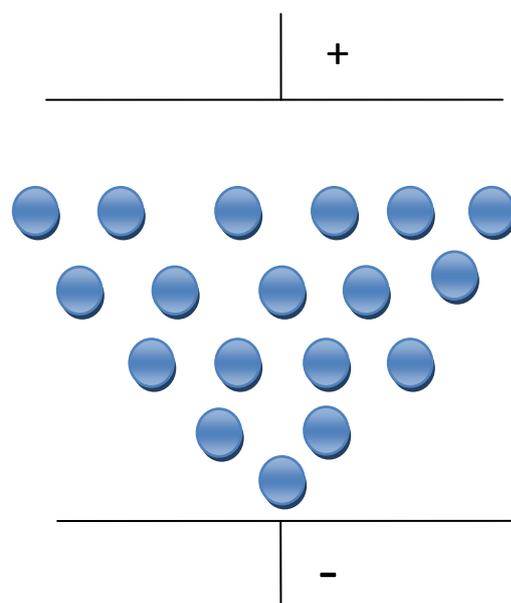
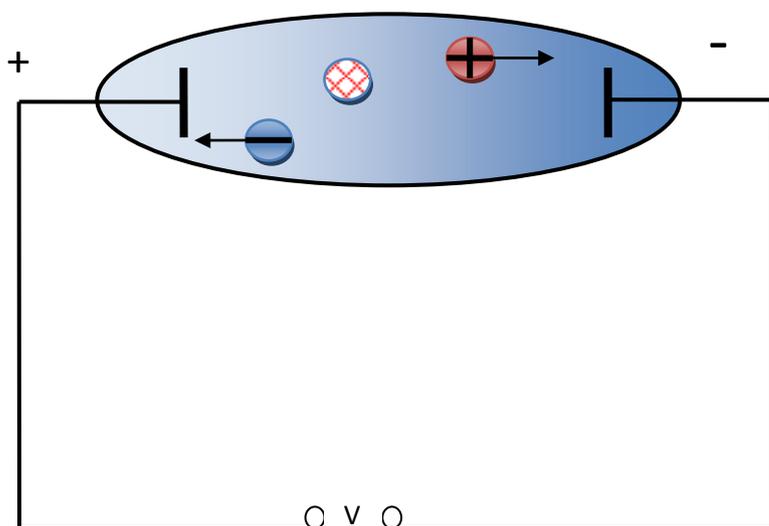
Механизм проводимости в газах.

Основные положения

При обычных условиях газ – диэлектрик, то есть состоит из нейтральных атомов и молекул. Но если его ионизовать с помощью ионизатора (пламя свечи, электрическая дуга, облучатель) в нем появляются носители заряда: это электроны и ионы обоих знаков. Минимальная энергия, которую необходимо затратить для отрыва электрона от атома, называют энергией ионизации. Эта энергия может быть передана атому разными способами (термоионизация, фотолиз, электроионизация). Концентрация свободных носителей зависит от возможностей ионизатора, так в частности она прямо пропорциональна абсолютной температуре. Работа ионизации обычно дается в справочниках в электронвольтах.

Явление протекания тока через газ, наблюдаемое только при наличии ионизатора, называют несостоятельной проводимостью. Но без ионизатора и без поля, тока в газоразрядной трубке нет.

При наличии поля, ионы и электроны, рожденные ионизатором, самостоятельно могут начать производить ионизацию электронным ударом.

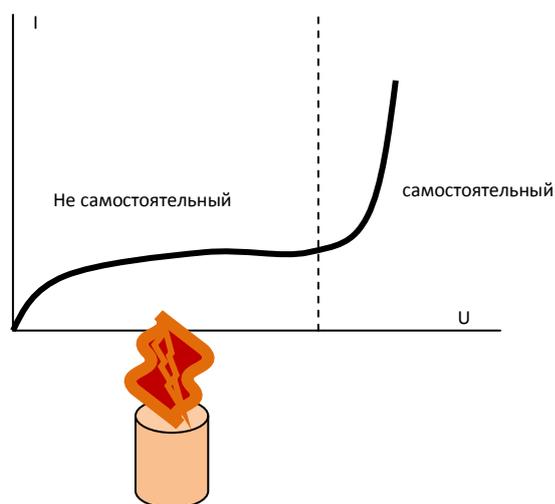


Тогда возникает лавина, а разряд становится самостоятельным.

Закон, которому подчиняется ток при самостоятельном разряде, носит название «трех вторых». Наиболее часто встречающиеся типы разрядов: дуговой, искровой, коронный и тлеющий.

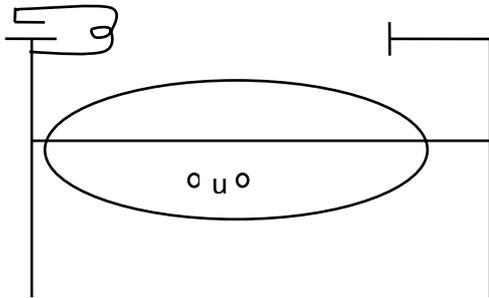
Тип разряда	Давление P	Поле E	Температура	Способ ионизации
Дуговой	Атмосферное	Поле слабое ($U=50В$), ток огромный.	Очень высокая	Ионизация термическая + усиленная термоэлектрическая эмиссия за счет высокой температуры
Искрово	Атмосферное, за счет изменения появляется звук.	поле сильное I и U огромные	Невысокая температура, но в шнуре.	Ионизация за счет энергии электрического поля
Коронны	атмосферное	E велика, резко неоднородна, быстро падает.	Невысокая температура	Ионизация за счет электрического удара, который быстро набирает энергию за счет высокой E.
Тлеющи	Очень низкое	Очень слабое	низкая	λ - велико, электроны успевают набрать энергию ионизации. Идет возбуждение высвечиванием.

Вольт – амперная характеристика.

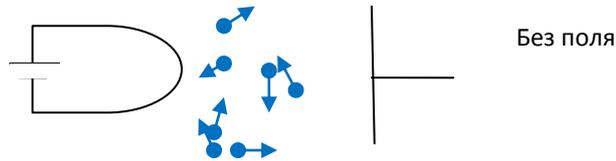


Механизм проводимости в вакууме. основные положения.

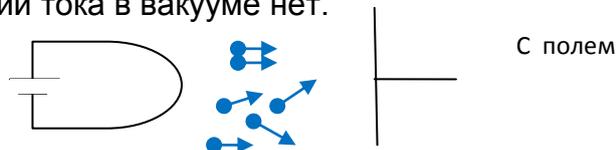
В вакууме λ сравнима с размерами колбы, поэтому носителей нет совсем. Их не создаст никакой ионизатор, никакое поле. Проводимость можно обеспечить с помощью источника зарядов, введенного в трубку (подогревной электрод).



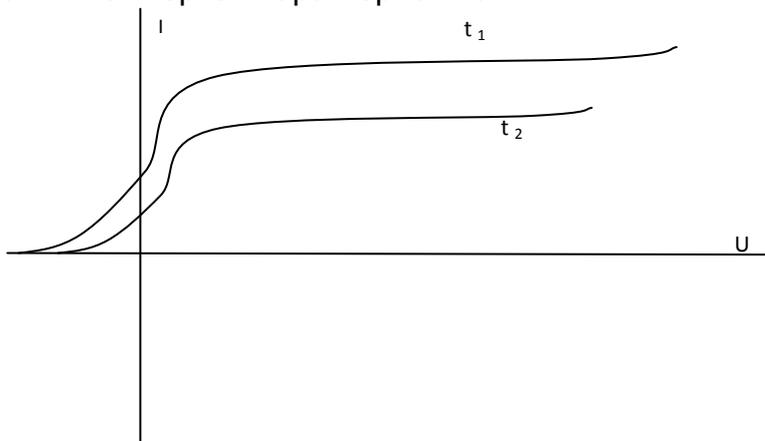
Катод покрыт металлом в малой работе выхода.
Итак, носителями заряда в этом случае является термоэлектрон.
Без поля и с полем.



поскольку ток – направленное движение электронов, переноса вещества при протекании тока в вакууме нет.



На явлении термоэлектронной эмиссии основана работа различных электронных приборов: вакуумный диод, вакуумный триод, электронно-лучевая трубка.
Вольт – амперная характеристика.



Электропроводность полупроводников.

К полупроводникам относят вещества, которые по своему удельному сопротивлению занимают промежуточные положения между хорошо проводящими электрический ток проводниками и практически непроводящими ток изоляторами. Полупроводниками являются 12 химических элементов, а также много химических соединений: 4/5 всех веществ, входящих в земную кору, полупроводники.

группы периоды	2	3	4	5	6	7	8
2	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O		
3		13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	
4		31 Ca	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	
5		49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe

Характерной особенностью полупроводников является резкая зависимость их электропроводности от внешних условий (температуры, давления, внешних полей, освещения, облучения их ядерными ударами и т.д.), а также их примесей. При температуре, близких к абсолютному нулю, удельное сопротивление полупроводников очень велико, полупроводники становятся по своим свойствам похожими на диэлектрики; при высоких температурах полупроводники проводят электрический ток, почти также, как и металлы, правда, зависимость их сопротивления от температуры иная, чем у металлов.

Основные положения электропроводности полупроводников.

Полупроводник, также как и металл представляет собой кристаллическую решетку, в узлах которой находятся атомы. Взаимное расположение атомов в решетке и расстояния между ними определяются силами межатомного взаимодействия и зависят от природы атомов. Межатомные связи осуществляются с помощью валентных электронов, находящихся в внешней электронной оболочке атома. При образовании кристаллов атомы настолько сближаются, что их внешние электронные оболочки взаимно перекрывают друг друга. При этом валентные электроны соседних атомов становятся общими, двигаясь по орбитам, на каждой из которых не более двух электронов. Вот эти то общие электроны и образуют так называемые ковалентные или парноэлектронные связи, причем электроны, участвующие в связи, принадлежат одновременно двум связанным между собой атомам. Для примера рассмотрим кристалл кремния.

При повышении температуры за счет энергии тепловых колебаний атомов часть ковалентных связей разрывается и в кристалле появляется некоторое количество свободных электронов. Кроме того, на место, освободившееся при разрыве ковалентной связи, может перейти электрон соседнего атома, на его место – электрон следующего соседа и так далее. Процесс хаотического перемещения в кристалле места с недостающим электроном внешне воспринимается, как перемещение положительного заряда, называемого «дыркой». Число свободных электронов и «дырок» одинаково.

а. Без поля в кристалле полупроводника наблюдается хаотическое (тепловое) движение электронов и «дырок».

б. Если в кристалле создать электрическое поле, то эти электроны и дырки, продолжая участвовать в тепловом движении, будут смещаться и под действием поля. Причем движение электронов и дырок из-за действия поля будет происходить в противоположном направлении, что приведет к появлению тока одного

направления (как в электрометлах) . Так объясняется собственная электронно-дырочная проводимость чистых полупроводников.

с. Вследствие тождественности электронов и дырок (замещающих электронов) при прохождении тока по полупроводнику вещество не переносится.